

## Asociaciones de decápodos de fondos blandos circalitorales y batiales del mar de Alborán

### *Decapod assemblages of circalittoral and bathyal bottoms of the Alboran Sea*

Á. Mateo-Ramírez (1), C. Farias (3), H. Gallardo Roldán (5), A. Díaz (2), J.L. Rueda (2), J.E. García Raso (1), F. Ordines (4) & M.C. García Ruiz (2)

- (1) Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga. Málaga 29071. España, E-mail: a.mateoramirez@gmail.com
- (2) Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Málaga. Puerto pesquero s/n, 29620 Fuengirola, Málaga, España.
- (3) Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Cádiz. Puerto Pesquero s/n, 11006, Cádiz, España.
- (4) Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Baleares. Muelle de Poniente, s/n, 07015, Palma, España.
- (5) Centro Andaluz Superior de Estudios Marinos. Universidad de Cádiz, Polígono Río San Pedro 11510 Puerto Real, Cádiz, España.

**Abstract:** Beam-trawl samples were collected during the MEDITS survey in 2014. These samples covered the continental shelf and slope bottoms of the north Alboran Sea, including the Alboran Island, between 40 to 776 m depth. The decapod crustaceans were identified to species level and quantified (abundance and biomass). Species richness (S), Shannon-Wiener diversity index (H'), evenness (J') and functional diversity index was calculated after identifying and quantifying all decapods collected in each sample. A total of 84 species have been found, dominating the families Paguridae (14 spp), Inachidae (10 spp) and Pandalidae (8 spp) in relation to number of species. The dominant species were *Plesionika heterocarpus*, *Alpheus glaber* and *Calocaris macandreae*, in terms of abundance and *P. heterocarpus* and *Monadeus couchii* in relation to biomass. Both depth and nature of the substrate characterized the different decapod assemblages. Functional diversity and J' showed a positive correlation with depth, unlike abundance and biomass. On the continental shelf assemblages were dominated by a low number of species with high abundances, however those from the upper and middle slope showed higher evenness and a wide variety of functional groups. The Atlantic influence of the Alboran Sea favors the presence of a high number of species with Atlantic affinity.

**Key words:** Alboran Sea, decapod, functional diversity, soft bottoms, deep-sea

## 1. INTRODUCCIÓN

El mar de Alborán es la ecorregión más occidental del Mediterráneo, y queda situado cerca de otras dos ecorregiones: la Plataforma Atlántica Sur Europea y los Afloramientos Saharais (Spalding *et al.*, 2007). Su particular geomorfología y la oceanografía asociada a esta, hacen que pueda ser considerada como una zona de transición entre el Atlántico y el Mediterráneo (para decápodos, Abelló *et al.*, 2002). Según Pérès & Picard (1964), el mar de Alborán se caracteriza por la rareza o ausencia de ciertos endemismos mediterráneos y por la presencia de especies atlánticas ausentes en otras regiones del Mediterráneo, tanto las comunes en los márgenes del norte de Europa como las de África occidental. Todo esto hace que las comunidades faunísticas que habitan en el mar de Alborán presenten una composición y estructura trófica que pueden diferir

de las observadas en otras zonas del Mediterráneo (Abelló *et al.*, 2002; Cartes *et al.*, 2002).

Diferentes trabajos han aportado información sobre las asociaciones de decápodos del mar de Alborán y la zona vecina del Golfo de Cádiz (Sardá *et al.*, 1982; García Raso, 1996; López de la Rosa *et al.*, 1997; Abello *et al.*, 2002; Cartes *et al.*, 2002). Estos trabajos se basaron en el análisis de datos recopilados mediante muestreos con artes de arrastre de fondo, dirigidos principalmente a la obtención de datos sobre recursos pesqueros demersales. El presente trabajo, tiene como objetivo aportar información sobre la composición faunística, diversidad y diversidad funcional, de las asociaciones de decápodos del norte del mar de Alborán. Para ello se utilizaron datos obtenidos con un patín diseñado específicamente para el muestreo de comunidades epibentónicas. Además se estudió la influencia de la

profundidad y el tipo de sustrato sobre las comunidades de decápodos detectadas.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras analizadas se recogieron sobre los fondos blandos prospectados durante la campaña oceanográfica MEDITS de 2014, entre Estepona y Almería, incluyendo la isla de Alborán, y a un rango de profundidades entre 40-774 m. Se obtuvo un total de 23 muestras con un patín epibentónico de 1.3 y 1.2 m de apertura horizontal y vertical, respectivamente, y una luz de malla de 10 mm. La llegada, y abandono, del patín al fondo se monitorizó en tiempo real utilizando un sensor de profundidad SCANMAR ubicado en la red. El tiempo de arrastre efectivo fue de 5 o 10 minutos para muestreos situados sobre la plataforma continental costera (<100 m) o profunda (100-200 m), respectivamente, y de 15 minutos para los muestreos realizados en el talud. La velocidad media durante el arrastre del patín sobre el fondo osciló entre 1.8-2 nudos. Cada muestra se tamizó hasta 1 mm. Todos los crustáceos decápodos presentes fueron identificados a nivel de especie, anotándose su abundancia y biomasa. Ambos parámetros fueron estandarizados a una superficie de 1000 m<sup>2</sup>, utilizando para ello el área barrida en cada lance, calculada a partir de la distancia recorrida durante el arrastre y la abertura del patín. A su vez se recolectaron muestras de sedimento, mediante el uso de un colector, en esas mismas zonas para caracterizar su naturaleza y estudiar su relación con las especies presentes. Cada muestra sedimentológica se paso por una columna de tamices (desde 2000 hasta 0.24 µm), obteniéndose el porcentaje en peso de cada fracción retenida en cada uno de ellos.

Para caracterizar la estructura de las asociaciones de crustáceos decápodos, se calculó la dominancia de cada especie, tanto en términos de abundancia (Di; la abundancia relativa de cada especie con respecto al total) como de biomasa (Da; biomasa relativa de cada especie con respecto al total). Además se calcularon los siguientes índices de biodiversidad: riqueza específica (S), diversidad de Shannon-Wiener (H') y equidad (J'). También se analizó la diversidad funcional. Para ello se establecieron los siguientes criterios en función del 1) modo de alimentación [Depositívoro, Detritívoro, Filtrador Suspensívoro, Predador, Carroñero Oportunista], 2) hábitat [Excavador, Epibentónico, Nectobentónico, Bentopelágico, Pelágico, Parásito] y 3) capacidad de desplazamiento de cada especie [Alta, Baja]. Una vez asignados los diferentes grupos funcionales, se calculó el índice (ITD), siendo  $ITD = (g_1^2 + g_2^2 + \dots + g_n^2)$ , donde  $g$  es la contribución relativa del número de individuos de cada grupo funcional con respecto al

total de individuos, y  $n$  es el número de grupos funcionales. Para una mejor interpretación de los datos se utilizó una modificación del índice, como 1-ITD (Danovaro *et al.*, 2004).

Prevía transformación de los datos cuantitativos en raíz cuarta, se realizaron análisis SIMPER (SIMilarity PERcentage), para conocer la contribución de cada especie a cada estrato de profundidad (<100m; 150-250m; 250-500m; >500m). Además, para analizar la influencia de la profundidad y la naturaleza del sustrato (arena muy fina, arena muy fina fangosa, arena fina, arena media, arena gruesa, arena muy gruesa y cascajo) sobre la composición faunística, se realizaron análisis PERMANOVAs de dos factores basadas en el índice de Bray-Curtis. Este mismo diseño, pero utilizando distancias Euclidianas, fue utilizado para analizar las diferencias de S, abundancia, biomasa, H', J' y el índice de diversidad funcional entre profundidades y sustratos. Además se realizaron correlaciones, basadas en el índice de Spearman, para estudiar la relación entre la profundidad y los diferentes índices. Todos los análisis se realizaron con el programa PRIMER 6.0 & PERMANOVA y SPSS, respectivamente.

## 3. RESULTADOS

Se han capturado un total de 84 especies de decápodos, siendo las familias mejor representadas, Paguridae (14 especies), Inachidae (10) y Pandalidae (8). Las especies más abundantes (cuya suma de abundancias superaba el 50% del total) fueron *Plesionika heterocarpus* y *Alpheus glaber* en la plataforma, y *Calocaris macandreae*, *A. glaber*, *Processa nouveli*, *Pandalina profunda* y *Goneplax rhomboides*, en el talud. En cuanto a biomasa, *P. heterocarpus*, *A. glaber*, *Liocarcinus depurator* y *Pagurus prideaux* en la plataforma y *Monadeus couchii*, *C. macandreae*, *G. rhomboides*, *A. glaber* y *L. depurator* en el talud, fueron las especies que acumularon más de la mitad de la biomasa total en los respectivos estratos batimétricos.

La profundidad fue la variable que presentó una mayor influencia sobre la composición faunística de la asociaciones de decápodos estudiadas, tanto a nivel de abundancia ( $R_{ANOSIM}=0,726$ ,  $P<0.01$ ; Pseudo-F=3,80,  $P<0,01$ ) como de biomasa ( $R_{ANOSIM}=0,676$ ,  $P<0.01$ ; Pseudo-F=3,27,  $P<0,01$ ). Mientras que la naturaleza del sustrato solo influyó a nivel de abundancia ( $R_{ANOSIM}=0,225$ ,  $P<0.01$ ; Pseudo-F= 1,60;  $P<0.05$ ).

En la plataforma continental costera (<100m), las asociaciones de decápodos estuvieron dominadas por *A. glaber*, *G. rhomboides*, *L. depurator* y *Dardanus arrosor* (>50% de contribución). Mientras que en la plataforma continental profunda (100-250m) fueron

*Plesionika heterocarpus*, *L. depurator*, y *D. arrosor*. En la parte superior del talud fueron (250-500m) *A. glaber*, *Processa nouveli*, *Pandalina profunda* y *Solenocera membranacea*. Por último en el talud medio (>500m), fueron las especies *C. macandreae*, *Sergestes arcticus*, *Ebalia nux*, *Sergia robusta*, *M. couchii* y *Plesionika acanthonotus*, las que dominaron.

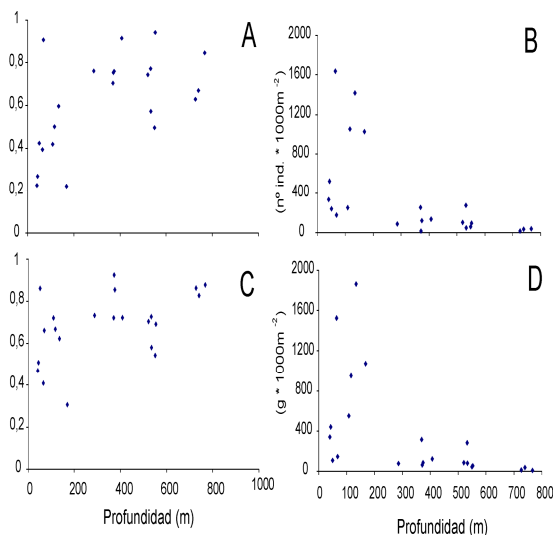


Fig. 1. Índice de diversidad funcional (A), abundancia (B), J' (C) y biomasa (D).

En referencia al sustrato, especies como *A. glaber* o *G. rhomboides* fueron los más abundantes en los fondos de fango y arenas muy finas fangosas. En arenas medias fueron *P. prideaux* y *D. arrosor*. En arenas gruesas y muy gruesas *P. heterocarpus*. En cascajo, las especies dominantes fueron *C. macandreae* e *Inachus dorsettensis*. Cabe destacar, que los fondos de cascajo, en realidad eran fondos mixtos de cascajo y fango. Es por esto, la presencia de estas dos últimas especies, las cuales están relacionadas con sustrato fangoso.

La abundancia (Pseudo-F= 19,34,  $P<0.001$ ) y los índices: J' (Pseudo-F= 4,95,  $P<0,05$ ), H' (Pseudo-F=4,11,  $P<0,05$ ) y de diversidad funcional (Pseudo-F=4,95,  $P<0,05$ ) presentaron diferencias entre sustratos. Siendo por ejemplo, las arenas finas, muy finas y el cascajo los que presentaron los valores más altos de diversidad funcional y J'. Por el contrario ninguno de ellos presentó diferencias entre los diferentes estratos de profundidad definidos. Sin embargo si se observa una tendencia, como muestran las correlaciones entre los valores de cada índice con la profundidad de cada BT. Así, la abundancia ( $R_{\text{Spearman}}=-0,732$ ,  $P<0,001$ ) y la biomasa ( $R_{\text{Spearman}}=-0,775$ ,  $P<0,001$ ) presentaron una correlación negativa (Fig. 1 B,D). Mientras que el índice de diversidad funcional ( $R_{\text{Spearman}}=0,551$ ,  $P<0,01$ ) y J'

( $R_{\text{Spearman}}=0,462$ ,  $P<0,001$ ) presentaron una correlación positiva (Fig.1 A,C).

#### 4. DISCUSIÓN

El carácter preliminar de los datos analizados, no permite establecer conclusiones robustas pero si, dilucidar ciertas tendencias. De esta manera se observa que las asociaciones de decápodos del mar de Alborán, en la plataforma continental, están dominadas por pocas especies muy abundantes. Dentro de ellas se encuentran especies predatoras, excavadoras y con poca capacidad de desplazamiento como *G. rhomboides* o *A. glaber*; así como especies predatoras, epibentónicas y con una gran capacidad de desplazamiento como *P. heterocarpus*. Abelló *et al.* (2002) también encontró una mayor ocurrencia de estas especies en el mar de Alborán con respecto al resto de la costa mediterránea.

A medida que aumenta la profundidad, las asociaciones presentan una mayor equidad y diversidad funcional. Así comienzan a aparecer otros grupos funcionales tales como: especies predatoras, nectobentónicas, con una gran movilidad (*Parapenaeus longirostris* o *Penaeopsis serrata*) o especies detritívoras y epibentónicas con baja movilidad como *Pandalina profunda*. Estos resultados coinciden con los encontrados por Abelló *et al.* (2002) y Sardá *et al.* (1982) en la costa mediterránea española y Golfo de Cádiz, donde registraron un máximo en el número de especies entre los 300-400 m. Hay ciertas especies que tienen rangos de profundidad concretos, en los cuales, son más abundantes. Por ejemplo la gamba nectobentónica, *Solenocera membranacea*, que es especialmente frecuente entre los 300-400m, o especies epibentónicas como *Plesionika martia*, *P. acanthonotus* o el cangrejo ermitaño *Pagurus alatus*, los cuales presentan sus mayores abundancias a partir de los 400 m. Algunas especies excavadoras o enterradoras como *M. couchii*, *P. prideaux* o *D. arrosor*, las cuales prefieren fondos arenosos o fangosos, y que evitan el borde del talud, presentan dos picos de abundancia tanto por encima como por debajo del mismo (Abello *et al.* 2002). Todo esto puede influir en esa mayor diversidad funcional y equidad de las asociaciones de decápodos, conforme aumenta la profundidad.

Por otra parte hay que resaltar la presencia de especies con afinidad atlántica como *Rochinia carpenteri*, *Ergasticus clouei*, *Bathynectes maravigna*, *Cymonomus granulatus* (Abelló *et al.*, 2002) o *Pagurus mbici*, para la cual se ha documentado su progresión desde las costa de la provincia de Málaga hasta Almería (García Raso *et al.*, 2013).

En resumen, las asociaciones de crustáceos decápodos de fondos blandos circalitorales y batiales del norte del mar de Alborán, se caracterizan por la rareza o ausencia de ciertos endemismos mediterráneos y por la presencia de especies atlánticas. En la plataforma continental, las asociaciones generalmente están dominadas por pocas especies que son muy abundantes. Mientras que desde la parte superior del talud hasta el talud medio (800m) las asociaciones muestran una mayor equirrepartición de especies y de grupos funcionales. Por lo tanto, estas asociaciones presentan una tendencia batimétrica, en cuanto a diversidad, similar a la del resto de las asociaciones de decápodos de la costa mediterránea española y Golfo de Cádiz. No obstante, la presencia de especies atlánticas, ausentes en el resto del Mediterráneo, promueven la singularidad de las asociaciones del norte del mar de Alborán en el contexto del Mediterráneo.

#### Agradecimientos

Agradecer al proyecto IRIS-SES por la financiación de los muestreos con BT dentro de la campaña MEDITS 1405. Agradecemos al Capitán y la tripulación del B/O Miguel Oliver así como a nuestros compañeros de la campaña MEDITS 1405 su dedicación a las actividades a bordo. Dichas campañas se enmarcan en el proyecto DEMALBORAN del Instituto Español de Oceanografía, y están co-financiadas por la Comunidad Europea.

#### REFERENCIAS

- Abello, P., Carbonell, A. & Torres P. (2002). Biogeography of epibenthic crustaceans on the shelf and upper slope off the Iberian Peninsula Mediterranean coasts: implications for the establishment of natural management areas. *Scientia Marina*, 66, 183-198.
- Cartes, J.E., Abelló, P., Lloris, D., Carbonell, A., Torres P., Maynou, F. & Gil de Sola, L. (2002). Feeding guilds of western Mediterranean demersal fish and crustaceans: an analysis based on a spring survey. *Scientia Marina*, 66, 209-220.
- Danovaro, R., Dell'Anno, A. & Pusceddu, A. (2004). Biodiversity response to climate change in a warm deep sea. *Ecology Letters*, 7, 821-828.
- García Raso J.E. (1996). Crustacean decapods (excl. Sergestidae) from Ibero-Moroccan waters. Results of BALGIM-84 expedition. *Bulletin of Marine Science*, 58, 730-752.
- García Raso, J.E., Salmerón F., Baro, J., Marina, P. & Abelló, P. (2013). The tropical African hermit crab *Pagurus mbizi* (Crustacea, Decapoda, Paguridae) in the Western Mediterranean Sea: a new alien species or filling gaps in the knowledge of the distribution? *Mediterranean Marine Science*, 15, 172-178.
- López De La Rosa, I. (1997). Crustáceos Decápodos capturados durante las campañas del IEO ARSA 0393 y ARSA 1093 en el Golfo de Cádiz: distribución batimétrica. *Publicaciones Especiales, Instituto Español de Oceanografía*, 23, 199-206.
- Pérès, J.M. & Picard J. (1964). Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume*, 31, 1-137.
- Sardá, F., Valladares, F.J. & Abelló P. (1982). Crustáceos Decápodos y Estomatópodos capturados durante la campaña «Golfo de Cádiz 81». *Resultados Expediciones Científicas, Suplemento Investigación Pesquera*, 10, 89-100.
- Spalding, M.D., Fox, H.E., Allen, G.R., Davidson, N., Ferdaña, Z.A., Finlayson, M., Halpern, B.S., Jorge, M.A., Lombana, A., Lourie, S.A., Martin, K.D., McManus, E., Molnar, J., Recchia, C.A. & Robertson, J. (2007). Marine ecoregions of the world: A bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience*, 57, 573-83.